



Genügend Raum für den Ausbau erneuerbarer Energien?

13 / 2010

Das 2007 von der Bundesregierung beschlossene Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) benennt als Richtlinie der zukünftigen Energiepolitik das Zieldreieck aus Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit.¹ Als wesentliche Maßnahmen für die Sicherung eines nachhaltigen Energiesystems werden die Steigerung der Energieeffizienz sowie der deutliche Ausbau erneuerbarer Energieträger herausgestellt.

Erneuerbare Energien spielen vor dem Hintergrund abnehmender fossiler Ressourcen, wachsender Importabhängigkeiten und weltweit steigender Energiepreise eine strategisch bedeutende Rolle für eine sichere zukünftige Energieversorgung. Entsprechend nehmen erneuerbare Energien (EE) einen zunehmend hohen Anteil an der bundesdeutschen Energieversorgung ein. Seit 1998 stieg der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch von 3,2 % auf 10,4 %.² Gleichzeitig bildet die konsequente Nutzung der „Erneuerbaren“ ein wichtiges Element des Klimaschutzes, v. a. zur Minderung des CO₂-Ausstoßes.

Der Bericht widmet sich dem Thema Erneuerbare Energien und deren räumliche Auswirkungen. Die Entwicklung zu einem

nachhaltigen Energiesystem ist mit vielfältigen räumlichen Auswirkungen verbunden, da die Nutzung erneuerbarer Energien im Allgemeinen mit einem hohen Flächenbedarf einhergeht. Auch in Bezug auf die Akteursstrukturen ergeben sich deutliche Veränderungen, u. a. betrifft dies eine stärkere Dezentralisierung der Energieversorgung. Vor allem der ländliche Raum verzeichnet eine Zunahme an EE-Anlagen, wenngleich auch Flächen im verstärkten Raum Chancen zur Produktion erneuerbarer Energien bieten. Dies führt zu einem neuen Rollenverständnis zwischen Stadt und Land.

Potenziale und Restriktionen erneuerbarer Energien sowie deren politisch gewünschter Ausbau verlangen eine querschnittorientierte und ressortübergreifende Analyse und Bewertung. Neben politischen Zielvorgaben betrachtet der Bericht allgemeine Eckwerte der Entwicklung und stellt Analysen des BBSR auf verschiedenen räumlichen Ebenen vor.

(1)
BMWi/BMU 2007, S. 3

(2)
BMU 2010a

Forschungs- und Analyseschwerpunkte

Die Erfassung und Analyse von energiebezogenen Daten und Indikatoren zielt auf zwei Aspekte ab: Zum einen erfolgen Untersuchungen mit Blick auf die räumlichen Auswirkungen von politischen Zielvorgaben. Zum anderen wird unabhängig von den politischen Zielen die aktuelle und zukünftige Nutzung erneuerbarer Energien im räumlichen Kontext analysiert.

Mit der Ausweitung der Nutzung erneuerbarer Energien nehmen die Anforderungen an Stadt- und Regionalplanung zu, raumverträgliche und effektive Optionen der erneuerbaren Energieerzeugung sowie Möglichkeiten der lokalen bzw. regionalen Versorgung zu erarbeiten.

Auswirkungen politischer Zielsetzungen

Die Europäische Union und die Bundesregierung geben energiepolitische Ziele für das Jahr 2020 vor. Auf europäischer Ebene wird unter dem Titel „20-20-20“ gefordert, den Gesamtanteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in der EU auf 20 % zu steigern. Mit dem integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) konkretisierte die Bundesregierung Ende 2007 die Bundesziele. Danach soll der Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 im Strombereich auf 25 bis 30 % und an der Wärmebereitstellung auf 14 % gesteigert werden.³ Der Anteil der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen an der Stromproduktion soll bis zum Referenzjahr von derzeit ca. 12 % auf ca. 25 % verdoppelt werden. Der Koalitionsvertrag von Oktober 2009 bestätigt die gesetzten Ziele.⁴ In den Schätzungen der Bundesregierung für den von der EU geforderten „Nationalen Aktionsplan Erneuerbare Energie“⁵ von August 2010 werden die Zielsetzungen des IEKP leicht überschritten. Für die einzelnen Sektoren ergeben sich im Aktionsplan für das Referenzjahr 2020 geschätzte Anteile von:

- 38,6 % erneuerbare Energien am Strom,
- 15,5 % erneuerbare Energien im Bereich Wärme/Kälte und
- 13,2 % Biokraftstoffe im Verkehrsbereich.

Insgesamt geht die Bundesregierung in diesen Berechnungen davon aus, dass das verbindliche nationale Ziel von 18 % erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2020 erreicht und mit einem erwarteten Anteil von 19,6 % übertroffen werden kann.

Inwieweit diese bundespolitischen Ziele und Ausbauplanungen auf regionaler Ebene umgesetzt werden und welche räumlichen Auswirkungen daraus resultieren, ist Gegenstand der Analysen und Berechnungen des BBSR.

Fragen der Energieproduktion und -distribution

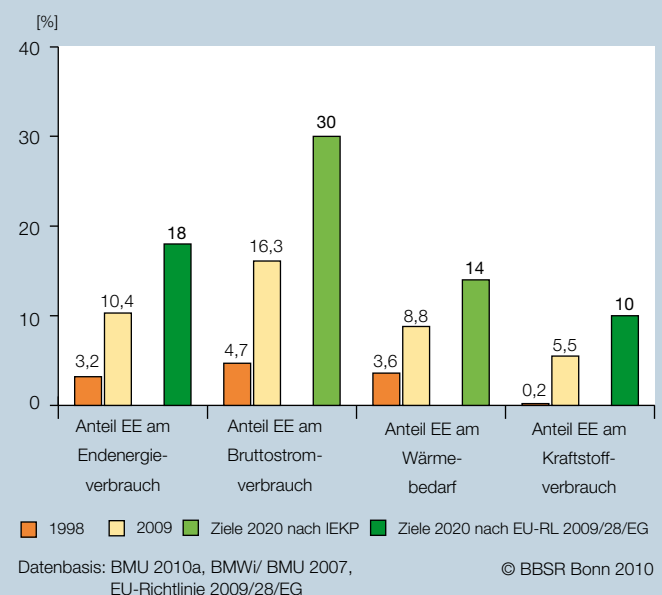
Neben den speziell an den Politikzielen orientierten Analysen werden weitere grundlegende räumliche Fragestellungen bearbeitet. Die Produktion von Energie sowie deren Distribution prägt sich im Raum punktuell, linienhaft und flächig aus. Bei einer verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien müssen die räumlichen Rahmenbedingungen für deren Erzeugung und Verteilung sowie potenzielle Konflikte berücksichtigt werden.

Die Entwicklung von einem fossilen zu einem regenerativen Energiesystem führt zu einer verstärkten Dezentralisierung der Energieerzeugung mit spezifischen Raumansprüchen und räumlichen Auswirkungen für die einzelne Region. Die Nutzung erneuerbarer Energien verändert das klassische Raumgefüge zentraler Produktionseinheiten zu einer dezentralen, dispersen Struktur.

Kernaussagen, die sich im Kontext „Erneuerbare Energien und Raum“ ergeben, sind:

- Erneuerbare Energien stellen je nach Option unterschiedliche Anforderungen an den Raum.
- Der stärkere Einsatz erneuerbarer Energien führt zu neuen Raumansprüchen und neuen Akteurskonstellationen.

Abbildung 1
Anteile erneuerbarer Energien 1998 und 2009 und Ausbauziele der Bundesregierung bzw. EU bis 2020 (in %)



- Städte können einen Teil ihres Energieverbrauchs selbst erzeugen und decken, sind aber auf die Versorgung aus ihrem regionalen Umfeld angewiesen.
- Für großräumige Verantwortungsgemeinschaften wird das Thema von „Stadt und Land“ bezogen auf die Erzeugung und den Verbrauch von erneuerbaren Energien zunehmend wichtig.
- Energieversorgung wandelt sich in der Raumplanung zunehmend von einer technischen Fachplanung zu einem sektorübergreifenden, interdisziplinär zu betrachtenden Arbeitsfeld.

In diesem Zusammenhang werden die folgenden Fragestellungen genauer untersucht:

- Wie stellen sich Stand und Entwicklung der Nutzung erneuerbarer Energien auf verschiedenen Raumebenen dar?
- Welche räumlichen Auswirkungen resultieren aus dem Ausbau der unterschiedlichen erneuerbaren Energien?
- Was bedeutet dies für die jeweiligen Regionen? Welche Regionen kommen bei den Ausbauzielen gut voran?
- Welche Querbezüge ergeben sich zu weiteren relevanten Fachthemen?

Um diese Fragen zu beantworten und politische Handlungsempfehlungen geben zu können, ist es notwendig, Daten zu erneuerbaren Energien in regionalisierter Form kontinuierlich zu erfassen und zu analysieren. Räumlich hoch aufgelöste Daten für empirische Auswertungen sind allerdings nicht ohne Weiteres verfügbar. Seit Inkrafttreten des novellierten Energieversorgungsgesetzes im Jahr 1998 ist die Gestaltung der Energieversorgung in Deutschland weitgehend den Wirtschaftsakteuren überlassen und unterliegt dem Wettbewerb. Dementsprechend liegen die Informationen über Energienachfrage und Energieversorgung in erster Linie in der Hand der Energiewirtschaft. Verbrauchsdaten können unterhalb der Ebene der Bundesländer nur von einzelnen Gemeinden erfragt werden.

Seit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2009 verpflichten die §§ 45 bis 52 des EEG die Netzbetreiber dazu, detaillierte Informationen zu den an ihr Netz angeschlossenen EEG-geförderten Anlagen (wie Standort und Leistung) zu veröffentlichen.⁶ Somit ist für den Stromsektor die installierte Leistung sowie in Teilen die eingespeiste Strommenge verfügbar. Schwierig bleibt die Erfassung von Anlagen im Wärmebereich.

Erneuerbare Energien und räumliche Auswirkungen – ausgewählte Ergebnisse

Energieversorgung und -verbrauch in Deutschland

Den Rahmen für alle energiebezogenen Analysen bilden der aktuelle Stand sowie die Entwicklung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs auf Bundesebene. Zum Energieverbrauch zählen die Sektoren Strom, Wärme und Kraftstoffe. Weiterhin wird zwischen Primär- und Endenergieverbrauch⁷ unterschieden.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch stieg im Vergleichszeitraum 1990 bis 2009 von 2,6 % auf 8,9 %.⁸ Besonders groß war die Steigerungsrate bei der Stromerzeugung. Während die Stromerzeugung aus Wasserkraft und biogener Abfallverbrennung bereits 1990 etabliert war, spielten die Energieträger Windenergie, Biomasse und Photovoltaik noch eine marginale Rolle für die Stromgewinnung in Deutschland (vgl. Tab. 1). Seit 1990 stieg deren Bei-

Tabelle 1
Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 1990–2009

Erneuerbare Energien	1990	2009
Wasserkraft* (GWh)	15 580	19 147
Windenergie (GWh)	71	38 580
Biomasse** (GWh)	222	26 407
Biogener Anteil des Abfalls*** (GWh)	1 213	4 034
Photovoltaik (GWh)	1	6 578
Geothermie (GWh)	0	19
Summe Stromerzeugung (GWh)	17 087	94 765
Anteil am Bruttostromverbrauch (in %)	3,1	16,3
* bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss ** feste, flüssige, gasförmige Biomasse, Deponie- und Klärgas *** Anteil des biogenen Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen zu 50 % angesetzt		

Quelle: BMU 2010a

(3)
BMW/BMU 2007, S. 4

(4)
BMI 2009

(5)
BMU 2010b

(6)
http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/eeg_2009/gesamt.pdf

(7)
Primärenergie ist diejenige Energie, die in den natürlichen Energieträgern gespeichert ist und noch keine Umsetzung (Umwandlung oder Umformung) erfahren hat (z. B. Brennwert von Kohle, Rohöl, Erdgas, Wind, Solarstrahlung). Endenergie ist der Energiegehalt der dem Endverbraucher (Industrie, Gewerbe, Haushalte usw.) zur Verfügung stehenden Energie, d. h. die durch einen oder mehrere Umwandlungsprozesse veredelte Primärenergie (z. B. Strom, Heizöl) (vgl. Leser 1997)

(8)
BMU 2010a

trag stark an – als Folge des staatlich geförderten Ausbaus, vor allem bei der Windenergie (vgl. Entwicklung der Windenergie). Stellte 1990 die Wasserkraft den Großteil des „grünen“ Stroms, nehmen Windenergie und Biomasse gegenwärtig den größten Anteil ein.

Für die Wärmebereitstellung werden die erneuerbaren Energieträger Biomasse, biogene Abfälle, Solarthermie und Geothermie genutzt. Auch hier nahm deren Anteil seit 1990 stark zu. Sowohl 1990 als auch 2009 leistete Biomasse hier den größten Beitrag.

Abbildung 2 zeigt die Anteile der erneuerbaren Energien an den Sektoren Strom, Wärme und Kraftstoffe sowie deren Verteilung auf die einzelnen Energieträger. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Stromverbrauch betrug 2009 16,3 %, am Wärmeverbrauch 8,8 % und am Kraftstoffverbrauch 5,5 %.

Durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien werden fossile Energieträger ersetzt. Dadurch werden die Treibhausgasemissionen maßgeblich verringert. 2009 leisteten die Strom-, Wärme- und Kraftstoffgewinnung aus erneuerbaren Energien einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz durch die Vermeidung von ca. 109 Mio. t CO₂-Äquivalent Treibhausgas (Abb. 3).

Die Erzeugungspotenziale, die erneuerbare Energieproduktion und die dadurch vermiedenen Emissionen verteilen sich dabei deutschlandweit sehr unterschiedlich.

Regionale Verteilung der erneuerbaren Energien

Verteilung der installierten Leistung für Strom aus erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien stellen je nach Option unterschiedliche Anforderungen an den Raum. Dementsprechend zeichnen sich bestimmte Gunsträume mit einer hohen installierten Leistung einzelner Energieträger und Räume mit geringerer EE-Produktion ab.

Grundlage für die in Karte 1 dargestellte regionale Verteilung der installierten elektrischen Leistung erneuerbarer Energien sind die nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gemeldeten Anlagendaten. Da die Netzbetreiber ihrer gesetzlichen Meldepflicht nur langsam nachkommen, wurden zudem weitere Daten recherchiert. Dennoch erfüllen die Daten keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Werte für die Windenergie sind weitgehend vollständig, da für diesen Energieträger auf die BBSR-Energie-Datenbank zurückgegriffen werden konnte. Angaben zur installierten thermischen Leistung sind in der Karte nicht dargestellt, da nach dem EEG lediglich Anlagen gefördert werden, die Strom erzeugen.

Abbildung 2
Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland 2009 in %

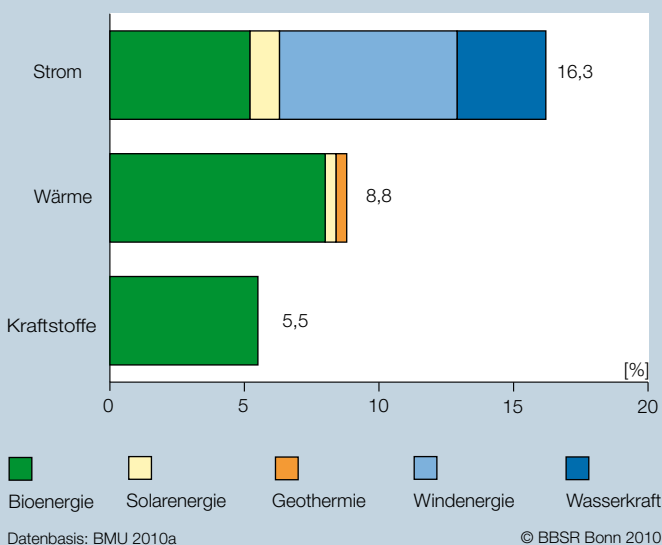
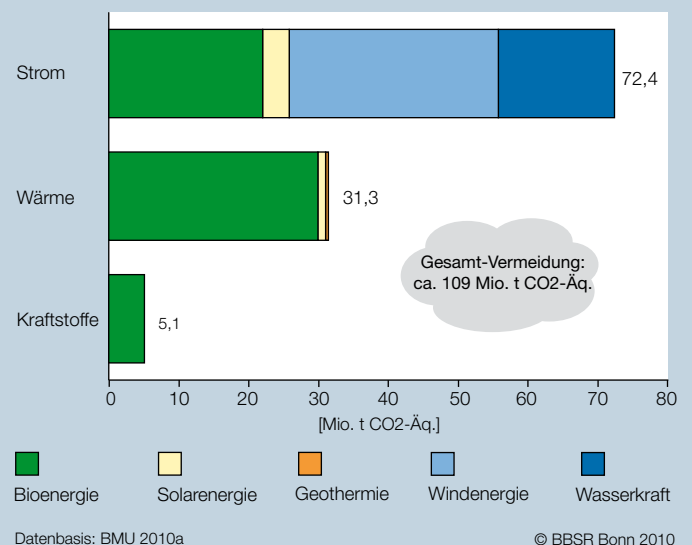
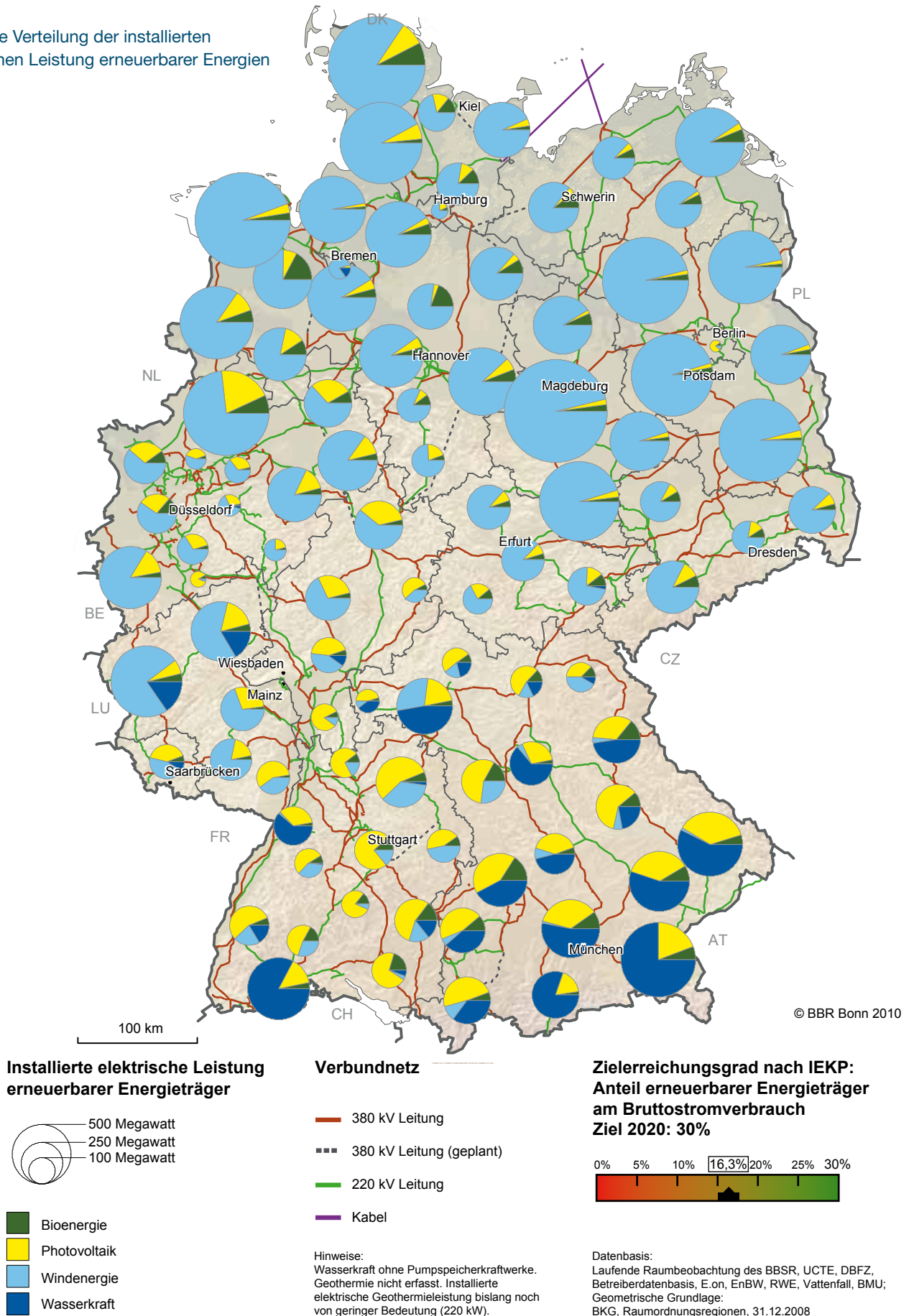


Abbildung 3
Vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2009 in Mio. t CO₂-Äquivalent



Karte 1
Regionale Verteilung der installierten
elektrischen Leistung erneuerbarer Energien



Die höchste installierte Leistung erneuerbarer Energieträger hat die Windenergie. Regionen mit einer hohen installierten Windenergieleistung sind auch diejenigen mit der höchsten installierten Gesamtleistung. Die Verteilung der Windenergieleistung zeigt aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten und bedingt durch die gesellschaftliche und politische Akzeptanz, ein deutliches Nord-Südgefälle. Der überwiegende Teil der Wasserkraftleistung ist topographisch bedingt entlang der Flüsse Isar, Inn, Main, Donau, Rhein und Mosel installiert. Biomasseanlagen sind vorrangig im ländlichen Raum, besonders in Regionen mit Intensivtierhaltung und großflächigem Anbau nachwachsender Rohstoffe installiert. Die Photovoltaik unterscheidet sich in der Struktur grundlegend von den übrigen Energieträgern. Charakteristisch ist ihre disperse Verbreitung. Grund hierfür ist das EEG: Es ermöglicht einer Vielzahl von Kleinanlagenbetreibern durch entsprechende Fördersätze, den erzeugten Strom in die Netze einzuspeisen.

Um die geforderten erneuerbaren Energieziele der EU bzw. des IEKP zu erreichen, besteht noch weiterer Ausbaubedarf. Dieser stellt die Raumplanung vor die Herausforderung, weiteren Flächenkonkurrenzen mit den Belangen des Naturschutzes, des Tourismus und der Kulturlandschaft entgegenzuwirken. Weitere für die Raumordnung relevante Fragestellungen ergeben sich bezüglich Stromtransport und -speicherung. Stromerzeugung (zunehmend im Norden, siehe Karte 1) und Stromnachfrage (Siedlungs- und wirtschaftsstrukturell bedingt v. a. im Westen und Südwesten) fallen zunehmend räumlich auseinander.

Bereitstellung fossiler und regenerativer Energien

Der Vergleich der Standorte konventioneller Kraftwerkeinheiten mit denen von Wind- und Bioenergieanlagen zeigt, dass sich konventionelle Kraftwerke – abgesehen vom Standort „auf der Braunkohle“ – auf Räume mit der siedlungsstrukturellen Prägung „städtisch“⁹ konzentrieren (siehe Karte 2). Mehr als 70 % der ca. 100 Gigawatt installierten konventionellen Kraftwerksleistung befinden sich im städtischen Bereich (vgl. Tab. 2). Im Gegensatz dazu stellt sich die Verteilung bei Wind- und Bioenergieanlagen wesentlich heterogener und dezentraler dar, rund zwei Drittel der elektrischen Leistung dieser Anlagen sind im ländlich geprägten Raum installiert.

Die Erzeugung von Windenergie vollzieht sich hauptsächlich in Räumen der Prägung „ländlich“. Dies liegt u.a. an einzuhaltenden Abstandsflächen, die im verstärkten Raum seltener verfügbar sind. Mit mehr als 60 % sind auch Bioenergieanlagen überwiegend im Strukturtyp „ländlich“ vorzufinden aufgrund der hier vorhandenen notwendigen Substrate aus der Landwirtschaft (Energiepflanzen ebenso wie Gülle aus der Nutztierhaltung) bzw. entsprechenden Potenzialen (siehe dazu Abschnitt Biomasse und biogene Reststoffe).

Tabelle 2

Anteil der installierten elektrischen Leistung nach siedlungsstruktureller Prägung

Siedlungsstrukturelle Prägung	Windenergie in %	Bioenergie in %	Konventionelle Kraftwerke ab 20 Megawatt in %
ländlich	70,31	60,67	14,40
teilweise städtisch	17,17	20,59	14,10
überwiegend städtisch	12,52	18,74	71,50
	100,00	100,00	100,00
Gesamte installierte elektrische Leistung	25 292 MW	2 189 MW	100 187 MW

Quelle: eigene Darstellung nach Betreiberdatenbasis, DBFZ und Umweltbundesamt (auf der Grundlage dieser regionalen Daten wurde auch die gesamte installierte Leistung berechnet und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)

Zu berücksichtigen ist, dass der Anteil der installierten Leistung der konventionellen Kraftwerke bislang deutlich überwiegt. Auch zwischen den Wind- und Bioenergieanlagen gibt es deutliche Unterschiede: Bei Bioenergieanlagen ist sowohl die einzelne Anlage kleiner als auch die installierte Leistung insgesamt wesentlich geringer als bei der Windenergie (vgl. Tab. 2).

Deutlich wird, dass sich mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien die Energieerzeugung dezentralisiert und der ländliche Raum zunehmend für technische Anlagen in Anspruch genommen wird. Verbunden ist damit z. B. bei der Windenergie eine entsprechende Einbindung in überregionale Netze, aber auch die Installation neuer, leistungsfähigerer Infrastrukturen.

Entwicklung der Windenergie

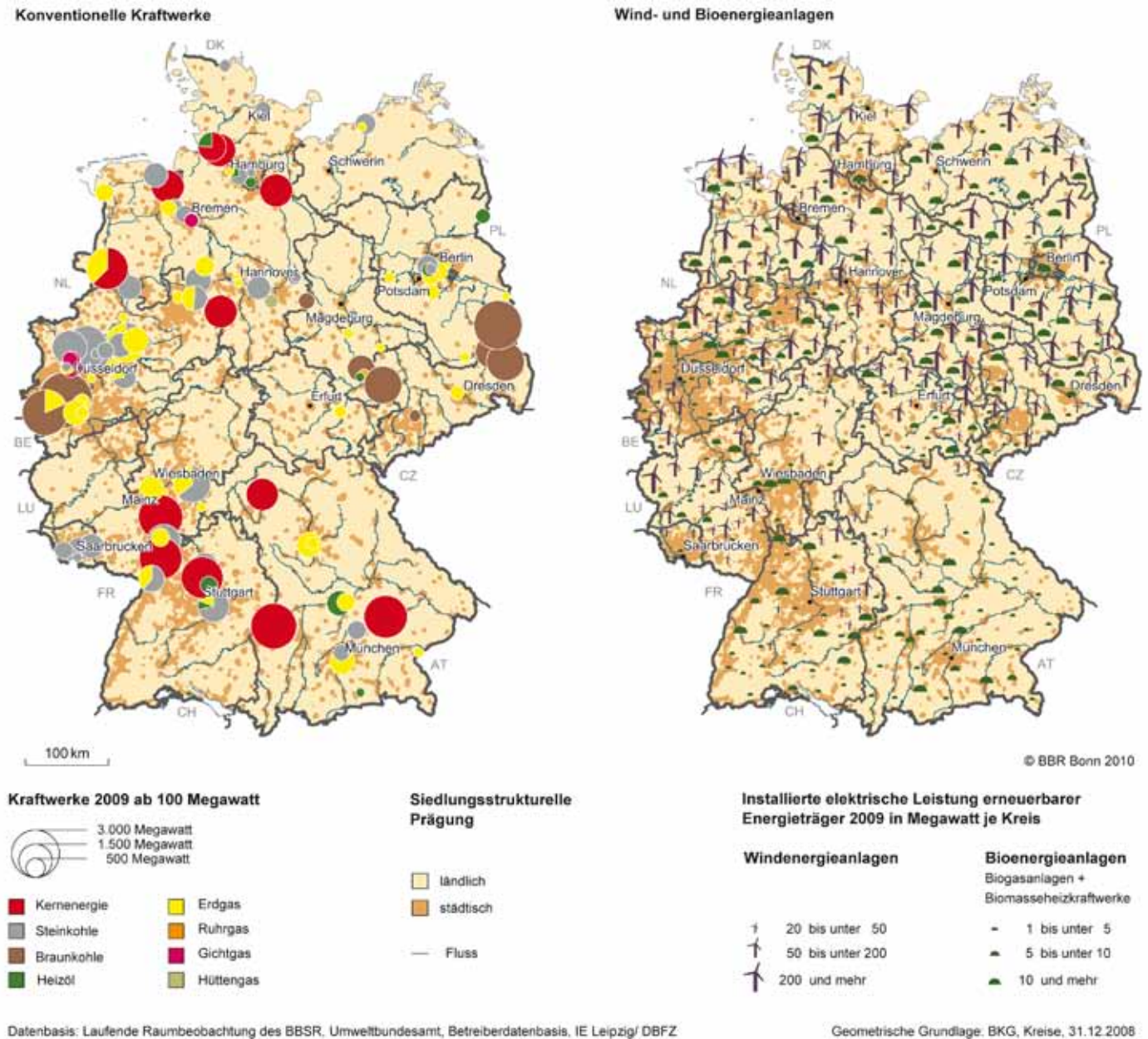
Die Windenergienutzung erlebt in Deutschland seit den 1990er Jahren aufgrund staatlicher Fördermaßnahmen einen wahren Boom. Das Stromeinspeisungsgesetz von 1991 bzw. das darauf aufbauende Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000 führten zu einem starken Ausbau der Windenergie. Das Stromeinspeisungsgesetz verpflichtete die Stromnetzbetreiber zum Anschluss der Energieanlage und zur vorrangigen Einspeisung des erzeugten Stroms in deren Verbundnetz. Außerdem sicherte es den Erzeugern bestimmte Mindestvergütungen zu. Das EEG geht noch weiter, indem es den Anlagenbetreibern gesetzlich festgelegte Festpreisvergütungen für den eingespeisten Windstrom garantiert.

(9)

„städtisch“ bzw. „ländlich“ gemäß BBSR Raumtypen ROB 2010 (vgl. www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbearbeitung/Werkzeuge/Raumabgrenzungen/Raumtypen2010/Raumtypen2010.html)

Karte 2

Konventionelle und erneuerbare Stromerzeugung im Raum

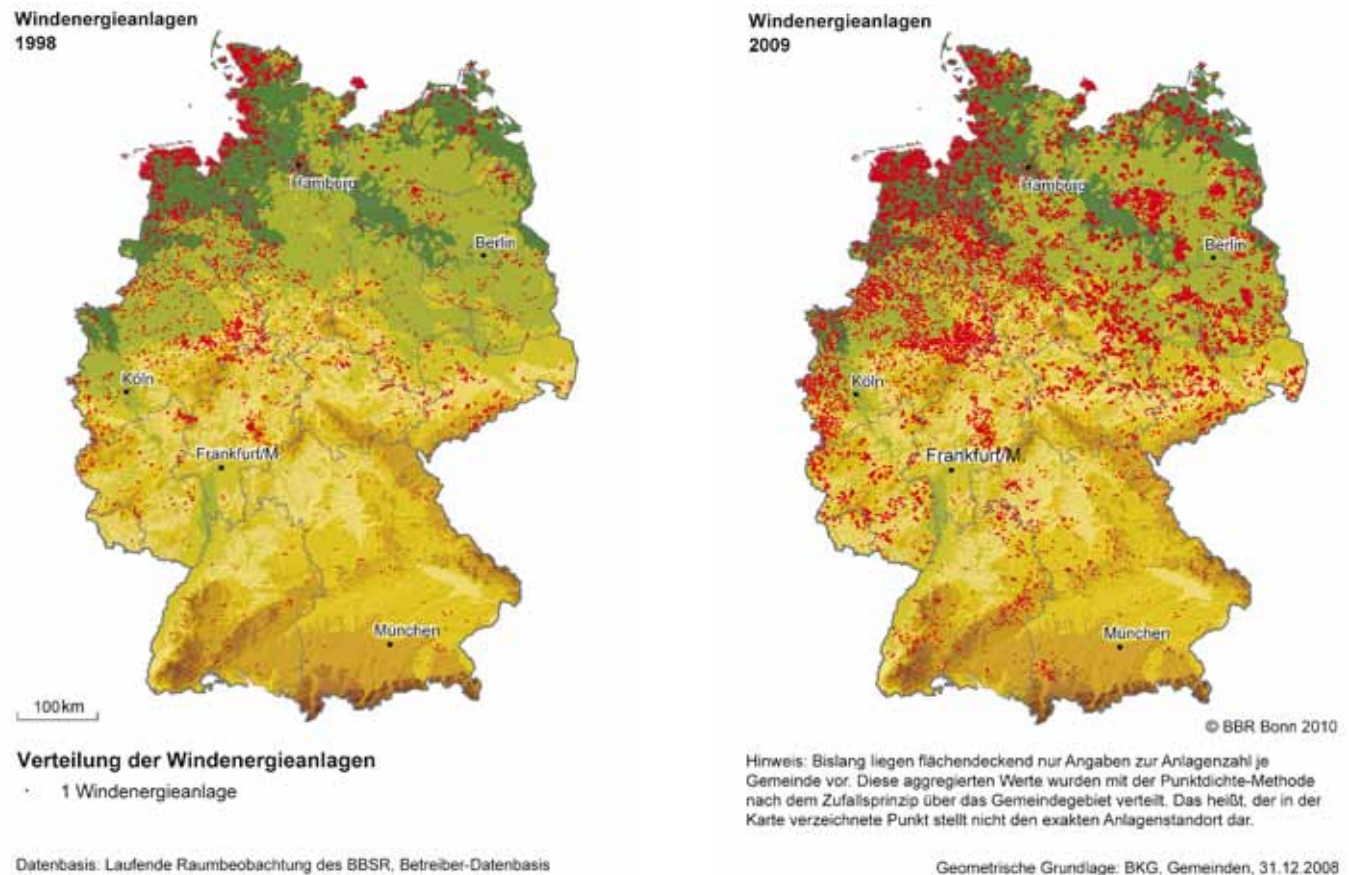


Mit dem Ausbau der Windenergienutzung über die Jahre hinweg zeigt sich eine räumliche Ausbreitung von den Gunststandorten an der Küste mit der höchsten Windhöffigkeit, d. h. die durchschnittliche Windgeschwindigkeit eines Standortes, tiefer ins Binnenland hinein (vgl. Karte 3). Zwischen 1998 und 2009 stieg die Anlagenzahl von ca. 6 000 um das 2,5-fache auf rund 21 000 Anlagen. Nicht nur die Anlagenzahl hat stark zugenommen. Der technische Fortschritt führte dazu, dass

die einzelne Anlage vor zehn Jahren nur einen Bruchteil des Stroms erzeugte, den aktuelle 2 Megawatt-Anlagen produzieren. Während die durchschnittliche Anlage 1998 noch eine installierte elektrische Leistung von 500 Kilowatt besaß, lag der Durchschnitt 2009 über alle installierten Anlagen bei 1,2 Megawatt. Daher nahm die tatsächlich produzierte Strommenge im Zeitraum 1998 bis 2009 sogar von 5,2 auf 46,7 Terrawattstunden – also um das 8-fache – zu.

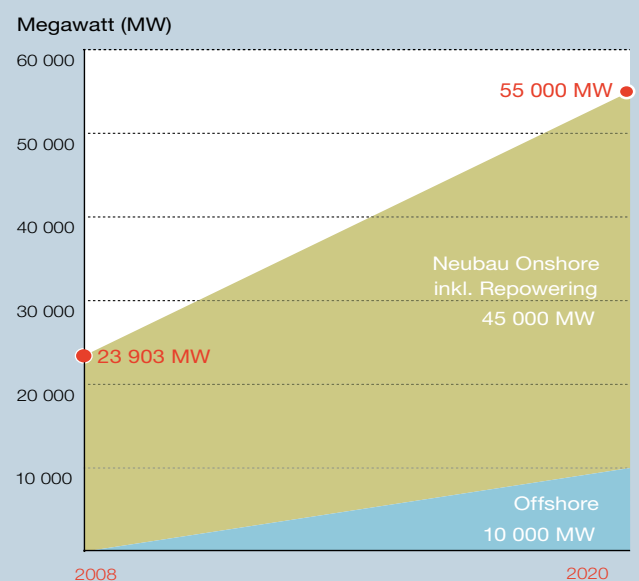
Karte 3

Standorte von Windenergieanlagen 1998 und 2009



Bis 2020 soll die Windenergie von derzeit 25 000 (Stand 2009) auf 55 000 Megawatt installierte Leistung ausgebaut werden. Große Ausbaupotenziale bietet die Offshore-Windenergienutzung, wo nach Aussagen des Bundesverbandes Windenergie (BWE) bis 2020 mit einer Leistung von 10 000 Megawatt gerechnet wird. Bis 2020 wird nach Schätzungen jedoch der Großteil der Windenergieleistung an Land erbracht. Neben dem Neubau bietet das Repowering von Altanlagen an Land große Potenziale (vgl. Abb. 4). Repowering bezeichnet den Ersatz von alten, leistungsschwachen Anlagen aus den 1990er Jahren durch moderne, effizientere Anlagen der Multimegawatt-Klasse. Schätzungen des BWE gehen davon aus, dass durch Neubau und Repowering an Land im Jahr 2020 eine insgesamt installierte Leistung von bis zu 45 000 Megawatt erreicht wird.

Abbildung 4
Entwicklung der Windenergie bis 2020



BWE 2009 auf Basis von Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BBE) und Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (AEE): Stromversorgung 2020 – Wege in eine moderne Energiewirtschaft. Berlin, 2009

Biomasse- und biogene Reststoffpotenziale

Aufgrund der Gesetzgebung und Förderpolitik des Bundes, der Länder und der Kommunen sowie der aktuell wieder steigenden Preise für fossile Energieträger gewinnt die Biomasse mit zugesprochenen Ausbaupotenzialen im nationalen wie auch im globalen Kontext als Energieträger und Wirtschaftsfaktor zunehmend an Bedeutung.

Der Beitrag der Biomasse zum Endenergieverbrauch betrug 2009 7,2 %. Das entspricht einem Anteil von 69,4 % an den erneuerbaren Energien. Über den Einsatz von Biomasse als Energieträger konnten im Jahr 2009 rund 57 Mio. t CO₂-Äquivalent eingespart werden.¹⁰ Somit kommt der energetischen Biomassenutzung sowohl beim Ausbau der erneuerbaren Energien in der Energieversorgung als auch in der Treibhausgasminde- rung eine große Bedeutung zu.

Biomasse ist der erneuerbare Energieträger mit den vielseitigsten Einsatzmöglichkeiten. Dies zeigt sich daran, dass durch die energetische Nutzung von Biomasse sowohl Strom und Wärme als auch Kraftstoffe erzeugt werden können. Dabei ist die Bedeutung der Biomasse unterschiedlich: Während der Anteil der Biomasse im Bereich Strom bei 5,2 % liegt, trägt die Biomasse 8 % zum Wärmeverbrauch bei. Die Biokraftstoffe (Biodiesel, Bioethanol) haben einen Anteil von 5,5 % (vgl. Abb. 2).

Sollen die Energie- und Klimaziele der Bundesregierung erreicht werden, ist der Anteil der erneuerbaren Energien weiter zu steigern. Ein damit verbundener Ausbau der Bioenergie führt zu veränderten Flächennutzungen, da diese gegenüber anderen erneuerbaren Energieoptionen einen hohen Flächenverbrauch pro erzeugter Gigawattstunde/Jahr aufweist (siehe Tab. 3). Gegenwärtig wird in Deutschland auf ca. 1,6 Mio. ha Landwirtschaftsfläche Biomasse zur energetischen Verwertung angebaut. Dies entspricht ca. 9,5 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Schätzungen gehen davon aus, dass mit Erfüllung der bundespolitischen Ziele im Jahr 2020 der energetische Biomasseanbau eine Fläche von ca. 3,7 Mio. ha bzw. 21,9 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Anspruch nehmen wird.¹¹

Nutzungskonkurrenzen für die benötigte Fläche, z. B. durch die Erzeugung und Bereitstellung von Biomasse, sind schon heute erheblich, denn die Potenziale für die Produktion sind räumlich sehr unterschiedlich ausgeprägt. Der ländliche Raum steht zunehmend unter Druck. Verschiedene Ansprüche an den Raum sind miteinander in Einklang zu bringen. Neben der Biomasseproduktion sind dies u. a. Anforderungen des Umweltschutzes, der Biodiversität und der Tourismuswirtschaft.

Tabelle 3

Flächenbedarf zur Erzeugung einer Gigawattstunde Strom bzw. Wärme pro Jahr (in ha)

Erneuerbare Energie-Optionen	Flächenbedarf	
	Stromerzeugung (ha je GWh _{el} /a)	Wärmebereitstellung (ha je GWh _{th} /a)
Biomasse – Anbau	98	49
Biomasse – Reststoffe	148	74
Geothermie	18	2
Windenergie	7	–
Photovoltaik	6	–
Wasserkraft	n.b.*	–
Solarthermie	–	3
Umgebungswärme	–	3
Erdwärmesonden	–	11
Abwasserwärme	–	53
*) Wert nicht bekannt, da abhängig von lokalen Druck- und Durchflussvorgaben		

Quelle: Eigene Darstellung nach BMVBS/BBSR (2009), S. 35

Darüber hinaus stoßen Veränderungen im Landschaftsbild durch teilweise monotone Landwirtschaftsflächen in der Bevölkerung vielfach auf Ablehnung. Weiterhin relevant ist die notwendige Infrastruktur zur Verarbeitung von Biomasse und Bereitstellung von Bioenergie, ebenso wie die damit verbundenen Flächeninanspruchnahmen sowie Lärm- und Geruchsbelastungen.

Jedoch bietet die Bioenergie auch Chancen für ländliche Räume, da hierdurch neue Arbeitsplätze geschaffen werden und Landwirte zusätzliches Einkommen erzielen können. Dies zeigt sich dadurch, dass in den letzten Jahren neue Nutzungsmöglichkeiten für landwirtschaftliche Produkte entstanden sind. Zusätzlich zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion handelt es sich hierbei vorwiegend um die energetische Biomassenutzung, aber auch um industrielle Verwertungen, bspw. in der Chemie¹².

Biogasanlagen gibt es vorrangig im ländlichen Raum, besonders in Regionen mit Intensivtierhaltung und großflächigem Anbau nachwachsender Rohstoffe (siehe Karte 4). In Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen werden im

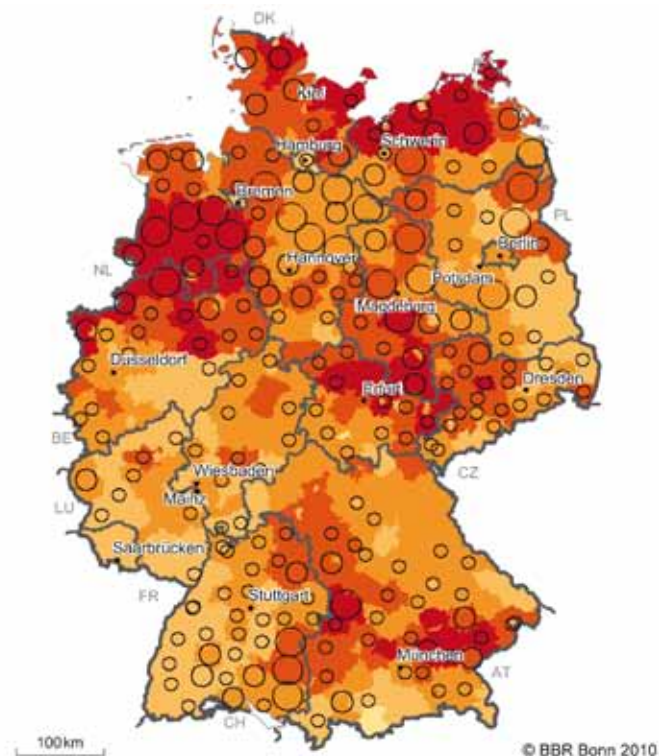
(10)
BMU 2010a

(11)
Agentur für Erneuerbare Energien 2010

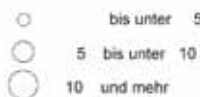
(12)
siehe auch Carus 2009

Karte 4

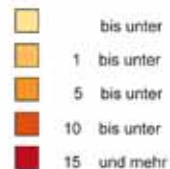
Landwirtschaftliche Biomasse- und Reststoffpotenziale



Installierte Leistung von Biogasanlagen
je Kreis 2007 in Megawatt (MW)



Brennstoffpotenzial von landwirtschaftlichen Biomassen* und biogenen Reststoffen** 2007 in Gigajoule (GJ) je Hektar Kreisfläche

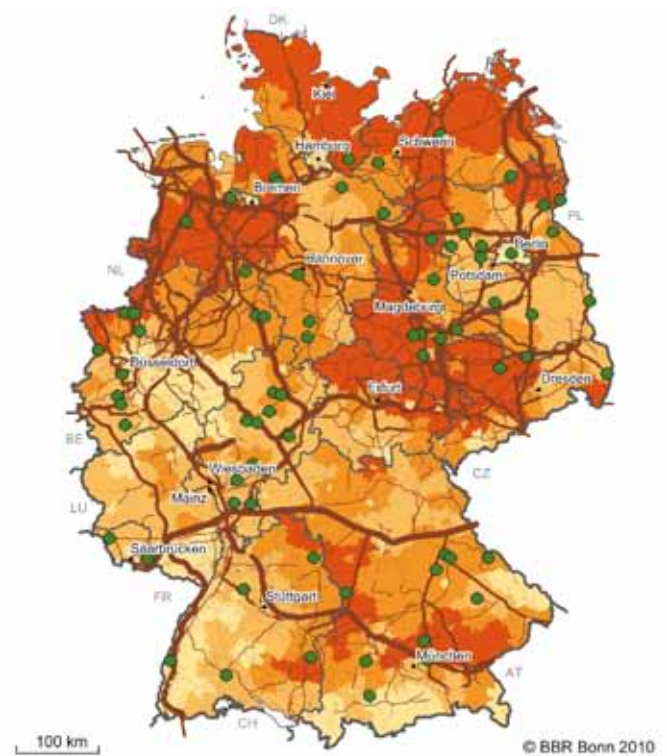


Datenbasis: Laufende Raumbearbeitung des BBSR, Geometrische Grundlage: BKG, Kreise, 31.12.2007

* Landwirtschaftliche Biomassen: Energiepflanzen und Grünland
** Biogene Reststoffe: Summe aus Stroh, tierischen Exkrementen und Bio- und Grünabfall

Karte 5

Potenziale landwirtschaftlicher Biomasse zur Einspeisung in das Erdgasnetz



Biogaseinspeisung

● Biogaseinspeisepunkte

Gasleitungsnetz ab 100 mm Nenndurchmesser



Geometrische Grundlage: BKG, Kreise, 31.12.2007

Energetisches Brennstoffpotenzial landwirtschaftlicher Biomassen 2007 in GJ je ha



Datenbasis: Laufende Raumbearbeitung des BBSR, DBFZ, biogaspartner.de, Gasnetz: Copyright VGE/WGI

Durchschnitt größere Bioenergieanlagen betrieben. Für den Betrieb von Biogasanlagen sind vorwiegend landwirtschaftliche Biomassepotenziale entscheidend. Dabei ist es sinnvoll, wenn in der Nähe der Anlagen ausreichend Potenziale vorhanden sind, um die Transportkosten für die verwendete Biomasse möglichst niedrig zu halten. Je größer der Einzugsbereich für eine Biogasanlage, desto negativer wirkt sich dies auch auf die gesamte Treibhausgasbilanz der Bioenergie aus, da die Transportwege länger werden.

Die größten landwirtschaftlichen Potenziale finden sich überwiegend in den Gebieten mit einem hohen Anteil an landwirtschaftlichen Nutzflächen wie in großen Teilen Norddeutschlands, z. B. im Nordwesten von Niedersachsen und nördlichen Mecklenburg-Vorpommern. Aber auch Teile von Thüringen, Sachsen-Anhalt und Sachsen weisen große Potenziale auf; ebenso einige Landkreise in Süddeutschland, wie z. B. die Region um München. Die Verwendung von Reststoffen in Biogasanlagen ist eine Option zur Ergänzung der eingesetzten

Energiepflanzen. Zu den Reststoffen gehören u. a. Stroh und Exkrementen aus der Nutztierhaltung sowie Bio- und Grünabfälle. Im Falle der Reststoffpotenziale wird deutlich, dass diese ebenfalls vorwiegend in ländlich geprägten Regionen zu finden sind, die durch eine hohe landwirtschaftliche Nutzung geprägt sind. Dies sind Teile Nordwestdeutschlands und Südbayerns in denen Intensivtierhaltung betrieben wird bzw. darüber hinaus Mitteldeutschland und Teile Norddeutschlands, wo aufgrund des Getreideanbaus ein hohes Strohaufkommen zu verzeichnen ist. Jedoch weisen urbane Gebiete durchaus Reststoffpotenziale in Form von Bio- und Grünabfällen auf, deren Nutzung momentan allerdings noch wenig ausgeprägt ist.

In der Regel wird das erzeugte Biogas direkt vor Ort in einem Blockheizkraftwerk zur Gewinnung von Strom und Wärme genutzt. Da viele Biogasanlagen in ländlich geprägten Gebieten zu finden sind, fehlt es dort vielfach an Abnehmern für die gewonnene Wärme. Wenn außerdem kein Nah- bzw. Fernwärmenetz vorhanden ist, kann die erzeugte Wärme auch nicht von anderen Abnehmern (wie Industriebetrieben oder Wohnsiedlungen) sinnvoll verwendet werden. Eine Alternative bietet die Direkteinspeisung von aufbereitetem Biogas (Biomethan) in das Erdgasnetz. Aufgrund von geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen (u. a. EEG, Gasnetzanschlussverordnung) hat sie sich zu einer realistischen Option der energetischen Biomassenutzung entwickelt. Bis zum Jahr 2020 sollen 6 % des gegenwärtigen Erdgasverbrauchs über die Einspeisung von Biogas erreicht werden. Für 2030 sind sogar 10 % vorgesehen.¹³

Ende April 2010 waren in Deutschland insgesamt über 30 Anlagen zur Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz im Betrieb (siehe Karte 5). Die Biogaseinspeisepunkte sind über ganz Deutschland verteilt. Schwerpunkte sind in Ostdeutschland zu finden. Demgegenüber ist das entsprechende landwirtschaftliche Biomassepotenzial in Nordwestdeutschland zwar hoch, aber es sind bislang – trotz eines gut ausgebauten Gasnetzes – nur wenige Biogaseinspeisepunkte vorhanden. Teile Mittel- und Norddeutschlands weisen hohe Biomassepotenziale auf, allerdings existieren dort kaum Einspeisepunkte, so dass hier noch ungenutzte Potenziale zu erschließen sind.

Auch aus Sicht des Klimaschutzes ist die Biogaseinspeisung sinnvoll, da sie einen Beitrag zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes leistet. Infolge der Substitution des (konventionellen) Erdgases durch regenerativ erzeugtes Biogas können die CO₂-Emissionen um bis zu 60 % reduziert werden.

Erneuerbare Energiepotenziale im städtischen Raum

Städte und urbane Lebensformen tragen einen erheblichen Anteil zum Ressourcenverbrauch und zum CO₂-Ausstoß bei.¹⁴ In Deutschland entfallen 80 % des Energieverbrauchs auf die Städte. Gleichzeitig verfügen Städte und Gemeinden jedoch über ein bislang unerschlossenes Potenzial an energetischen Nutzflächen und sind in der Lage, einen Teil ihrer Energie (Strom und Wärme) selbst zu produzieren.¹⁵ Dies ist das Ergebnis der ExWoSt-Studie „Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien“. Zu den energetischen Nutzflächen zählen Brach- und Konversionsflächen, Baulücken und Reservflächen sowie gleichermaßen Dach- und Fassadenflächen von Gebäuden und deren unmittelbarer Untergrund (z. B. Nutzung der Erdwärme). Diese Flächen können ressourceneffizient, wirtschaftlich und städtebaulich verträglich genutzt werden.

Es könnte eine geeignete Methode entwickelt werden, über die sich die Anwendung aller zur Verfügung stehenden Optionen erneuerbarer Energien im Stadtraum analysieren, unterstützen und forcieren lässt. Die Methode ermöglicht zudem eine annäherungsweise Berechnung der Stromerzeugung und Wärmebereitstellung für verschiedene Stadtraumtypen. Somit können neue spezifische Datensätze für die Erarbeitung von Energiekonzepten im Rahmen der Stadtentwicklung zur Verfügung gestellt werden.

Tabelle 4

Potenziale der Wärmebereitstellung und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Gesamtenergiebedarf der Gruppen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Haushalte am Beispiel der Stadt Gelsenkirchen, Szenario VI

Wärme			Strom		
Ertrag GWh/a	Anteil in %	Deckungsgrad in %	Ertrag GWh/a	Anteil in %	Deckungsgrad in %
1650	100	91	667	100	86

Quelle: Eigene Darstellung nach BMVBS/BBSR 2009

(13)
vgl. BMWi/BMU 2007

(14)
Breheny, M.J. 1992

(15)
BMVBS/BBSR 2009

Die genannte Methodik beinhaltet ein mehrstufiges Verfahren, in dem Optionen erneuerbarer Energien passgenau mit den lokal gegebenen Voraussetzungen (inkl. Verbrauch) abgeglichen und optimale Versorgungslösungen gefunden werden. Dabei ist das städtische Energieportfolio ebenso wie eine notwendige Integration der erneuerbaren Energien in die vorhandene Infrastruktur zu berücksichtigen. Zusätzlich werden die städtebauliche Verträglichkeit, Akzeptanz der EE-Optionen, die Gefährdung durch Vandalismus, die Rückbaufähigkeit, die Möglichkeit zur Zwischennutzung, die Wirtschaftlichkeit, die Flächeneffizienz, die Umweltverträglichkeit sowie die rechtlichen Anforderungen einbezogen und bewertet.

Selbst in dicht besiedelten Stadträumen und komplex verdichteten Räumen könnten weitgehend flächenneutral – also durch Mehrfachnutzungen von Flächen (z. B. Dächer oder Fassaden) – relativ gut Strom und Wärme für die Verbrauchergruppen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Haushalte erzeugt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Stadt Gelsenkirchen.

Tabelle 5

Deckungsgrade Wärme und Strom (in %) und Gigawattstunde/Jahr (GWh/a) in ausgewählten Städten nach Szenario VII*

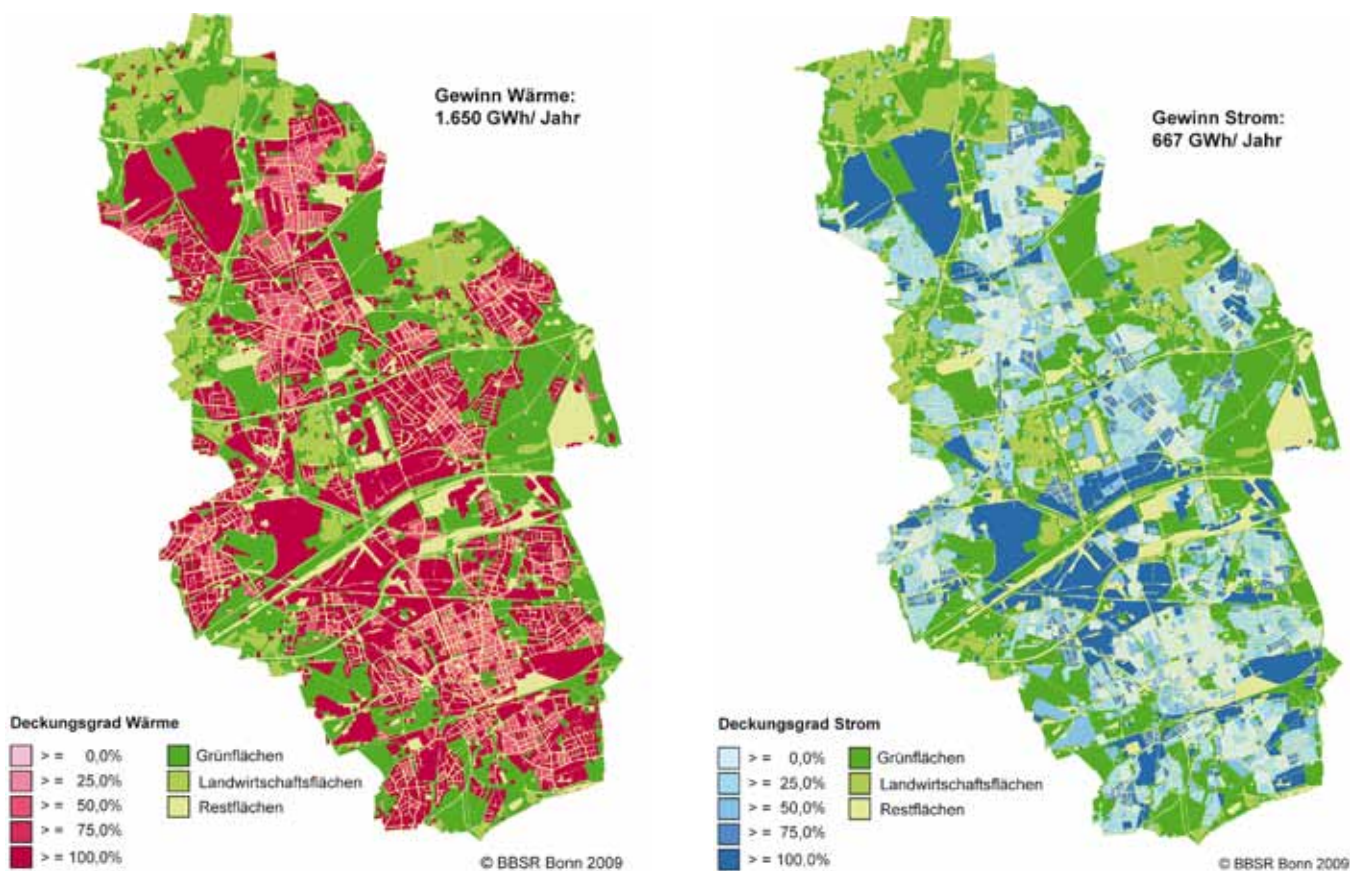
Stadt / Gemeinde	Deckungsgrad in %		Ertrag in GWh/a	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Bleicherode	109	84	95	32
Gelsenkirchen	91	88	1660	686
Leipzig	67	86	2140	1135
Nordhausen	99	107	336	32
Roßleben	113	134	57	134
Sondershausen	117	160	284	117
Stuttgart	84	38	2840	465

Quelle: Eigene Darstellung nach BMVBS/BBSR 2009

* Szenario VII erweitert auf Optionen, in denen Flächen nur zur Wärmebereitstellung bzw. Stromerzeugung in Anspruch genommen werden, u.a. Photovoltaik-Freianlagen auf Brachflächen, Kleinwasserkraftwerke an Flussläufen und Windparks in Gewerbegebieten etc.

Karte 6

Wärmebereitstellung und Stromerzeugung nach Szenario VI in Gelsenkirchen



Die Deckungsgrade bzw. Erträge wurden für jeden identifizierten Stadtraumtyp berechnet. Je intensiver der Farbton, desto höher der Deckungsgrad bzw. Ertrag im Stadtraumtyp

Quelle: BMVBS/BBSR (2008)

In der ExWoSt-Studie erlaubte die Betrachtung von sieben Szenarien pro untersuchter Stadt die unterschiedliche Gewichtung einzelner Optionen der erneuerbaren Energieerzeugung bzw. von Flächennutzungen und -konkurrenzen zur Deckung des langfristigen Wärme- und Strombedarfs. Bei der Anwendung des Szenarios VI, in dem Flächen nur flächenneutral genutzt und keine neuen Flächen in Anspruch genommen werden, könnte z. B. in Gelsenkirchen auf 897 ha flächenneutral ein Wärmeertrag von 1 650 Gigawattstunden pro Jahr und ein Stromgewinn von 667 Gigawattstunden pro Jahr (Karte 6) erzielt werden. Würden zusätzlich auch flächenrelevante Optionen (Szenario VII), wie Biomasse oder Freiflächen-Photovoltaikanlagen genutzt, könnten insgesamt 1660 Gigawattstunden/Jahr Wärme bereitgestellt und 686 Gigawattstunden Strom jährlich erzeugt werden. In diesem Szenario würden 930 ha flächenneutral genutzt, und 120 ha müssten zusätzlich in Anspruch genommen werden. Theoretisch wäre somit ein Deckungsgrad von 91 % bei Wärme und 88 % bei Strom für die Energiegruppen „Haushalte“ sowie „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ möglich.

In hoch verdichteten Stadträumen ist die Deckung des vergleichsweise hohen Energiebedarfs anspruchsvoller und aufwendiger als in gering verdichteten Stadträumen.

Regionale Energiekonzepte

Schon in den 80er und 90er Jahren befasste sich die damalige BfLR (heute BBSR im BBR) mit „örtlichen und regionalen Energiekonzepten“.¹⁶ Heute steht die Planung auf regionaler und kommunaler Ebene erneut vor der Frage, wie Energieeinsparung, Energieeffizienz sowie die Erzeugung und Distribution von erneuerbaren Energien sicher, raumverträglich und nachhaltig gestaltet werden können.

Im Gegensatz zur räumlichen Gesamtplanung formiert sich die Energiepolitik vor allem auf der Bundesebene, und ist in den Regionen weder institutionell repräsentiert noch mit formellen Instrumenten und Kompetenzen ausgestattet. Die Integration erneuerbarer Energien in energiepolitische Konzepte erfordert eine Abstimmung mit der räumlichen Planung, um für eine ausgewogene Raumentwicklung zu sorgen und Belastungen zu vermeiden. Verschiedene Regionen und Planungsverbände haben mit ihren Energiekonzepten einen entscheidenden Schritt in Richtung eines strategischen Energieportfolios und -managements unternommen.

In einer bundesweiten Impulsrecherche wurden bislang 110 Regionen ermittelt, die energiepolitisch aktiv sind. Eine Übersicht dieser energiepolitisch aktiven Regionen kann auf der BBSR-Webseite zum Projekt „Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte“ abgerufen werden. Betrachtet wurden ausschließlich solche Regionen, in denen u. a. energiepolitische Zielfestlegungen bestehen, Bestrebungen oder Beschlüsse zur Erstellung eines regionalen Energiekonzeptes existieren oder bereits ein solches Energiekonzept vorliegt. Die energiepolitischen Aktivitäten der ermittelten Regionen weisen dabei eine große Heterogenität bezüglich deren strategischer Ausrichtung, der methodischen Vorgehensweisen sowie der Arbeitsstände auf. Wirkliche Energiekonzepte mit Handlungs- und Umsetzungsbezug sind in der Minderheit. Oft handelt es sich um die Ausarbeitung von Expertisen, da meist zusätzliche eigene regionale Fördermittel fehlen.

Als sehr schwierig stellt sich für die regionale Ebene bei der Erstellung von Energiekonzepten die Datenverfügbarkeit dar. Regionale Akteure verfügen meistens nicht über entsprechend detaillierte und aufeinander abgestimmte Datenbestände. Zwar hat sich die Datenverfügbarkeit in einigen Punkten – wie zuvor dargestellt (§§ 45–52 EEG) – verbessert, der Zugang zu Bestandsdaten in den Bereichen Wärme und Biomasse gestaltet sich allerdings weiterhin als schwierig. Die benötigten Daten liegen oft in Händen Dritter und unterliegen überwiegend privatwirtschaftlichen Zugriffsrechten. Zudem stellt die Vielzahl an unterschiedlichen Quellen ein Hindernis dar. Teilweise erfolgt die anschließende Aufbereitung der Daten für das jeweilige Energiekonzept als grobe Potenzialabschätzung über die Umrechnung auf Einwohner oder Flächen auf Grundlage von existierenden Potenzialberechnungen für die Bundesebene. Um auf regionaler Ebene zu einer realistischen Bewertung von Potenzialen und Implikationen zu gelangen, ist die Datenverfügbarkeit deutlich zu verbessern. Ebenso sind entsprechende Indikatoren zu entwickeln. Dies würde auch der Forderung seitens der EU nach Nationalen Aktionsplänen für erneuerbare Energien gemäß der Richtlinie 2009/28/EG mit einer präzisen Informationsgrundlage nachkommen.

(16)
vgl. BfLR 1990

Fazit und Ausblick

Die Entwicklung des Energiesystems von fossilen zu regenerativen Energieträgern führt nicht nur zu einer „Neuausrichtung des Verhältnisses zwischen Raum und Energie“¹⁷, sondern auch zu einem neuen Verhältnis von Stadt und Land. Ein Großteil der Anlagen und installierten Leistung ist bedingt durch die Rohstoff- und Flächenverfügbarkeit außerhalb der Siedlungsflächen im ländlichen Raum vorzufinden. Dies führt dazu, dass der ländliche Raum – analog zum Ausbau der erneuerbaren Energien (v.a. Wind- und Bioenergieanlagen) – sich zunehmend zum erneuerbare Energien-Produzenten entwickelt. Einige Räume produzieren mehr Energie als dort verbraucht wird, so dass diese zunehmend eine Versorgungsfunktion für andere (urbane) Räume wahrnehmen. Im Siedlungsstrukturtyp „ländlich“ befinden sich ca. 70 % der installierten Windenergieleistung und ca. 60 % der installierten elektrischen Leistung im Bereich Biomasse.

Ganz deutlich muss hervorgehoben werden, dass der Anteil der EE am Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2009 10,4 % betrug.¹⁸ Für das Jahr 2020 plant die Bundesregierung für die erneuerbaren Energien einen Anteil am Endenergieverbrauch von 19,6 %¹⁹ – also fast eine Verdopplung. Mit einem solchen Ausbau der erneuerbaren Energien sind weitere Raumansprüche verbunden und damit einhergehend ist weiterer Koordinierungsbedarf erforderlich. Das heißt, dass Stadt-, Regional- und Raumplanung die fachlichen Aspekte der Energiebedarfs- und -versorgungsplanung aktiv integrieren müssen.

Nicht jeder Raum verfügt über die gleichen energetischen Potenziale. Das heißt auch, dass nicht alle Regionen bzw. Kommunen in gleicher Weise vom Ausbau der erneuerbaren Energien profitieren werden. Einige Räume werden sich aufgrund ihrer günstigen physischen Voraussetzungen sowie des Engagements der verschiedenen Akteure möglicherweise zu erneuerbaren Energiewirtschaftsregionen entwickeln.

Zudem erweist sich die Anpassung der Infrastruktur an die Anforderungen einer dezentralen Energieversorgung als eine wesentliche Herausforderung. Sie betrifft nicht nur Regionen mit erneuerbarer Energieproduktion, sondern auch solche, über die der Transit erfolgen wird. Es gilt z. B. die Überproduktion an Strom aus dem Norden an die Nachfrager im Süden zu transportieren. Dazu gehört zum einen der Ausbau des Stromnetzes, über den in Grenzen auch auf Schwankungen der Stromproduktion reagiert werden kann. Investitionen in eine bessere Energiespeicherung (u. a. in den Netzen selbst, in unterirdischen Speichern oder Pumpspeicherkraftwerken – auch in europäischen Nachbarländern) sind ebenso

erforderlich. Mit den in den kommenden Jahren geplanten Offshore-Windparks wird diese Situation noch weiter an Brisanz gewinnen.²⁰ Verbünde verschiedener Energieoptionen werden in diesem Zusammenhang auf verschiedenen räumlichen Ebenen immer wichtiger, wie z. B. das virtuelle Kraftwerk Unna oder die „North Sea Countries‘ Offshore Grid Initiative“.²¹

Die Beurteilung der (räumlichen) Potenziale zum weiteren Ausbau wird eine wesentliche Aufgabe für Politik und Planung, von der EU bis zu Regionen und Kommunen. Konkrete Analysen und strategische Konzepte, die einen raumverträglichen Ausbau unter Minimierung der Nutzungskonflikte ermöglichen, sind unabdingbar. Aktuell stellen fehlende bzw. unzugängliche Daten eine wesentliche Hürde für Potenzialabschätzungen dar. Dies erschwert es den Regionen wie Kommunen, sich einer ergebnisoffenen Analyse und einem Diskurs zur Erreichung der bundes- wie landespolitisch gesetzten Ziele zu stellen.

Zu einer solchen Analyse und Diskussion sind kommunale und regionale Energiekonzepte weiter zu etablieren. Sie stellen eine Möglichkeit zur Integration regenerativer Energien in energiepolitische Konzepte dar, könnten eine Grundlage für die von der EU geforderten Nationalen Aktionspläne für EE sein, helfen eine ausgewogene Raumentwicklung zu ermöglichen sowie raumunverträgliche Belastungen zu vermeiden. Ohne belastbare und robuste Daten – auch auf kleinräumiger Ebene – wird dies aber nur schwierig zu realisieren sein.

Die Energieversorgung unterliegt aktuell einem starken Wandel von großen zentralen Erzeugungseinheiten zu einer teils sehr dispersen Verteilung sowie einem zunehmenden Trend zur Konzentration im Bereich der Windenergie im Zuge des Repowering. Es zeigt sich, dass erneuerbare Energien – trotz technischer Entwicklungen – bestimmter physischer Voraussetzungen bedürfen. Energie wird somit wieder ein stark räumliches Thema. Dem ist auch seitens der wissenschaftlichen Politikberatung im Bereich Stadt- und Raumentwicklung/Raumwissenschaften weiterhin Rechnung zu tragen.

(17)
Bosch & Peyke 2010

(18)
BMU 2010a

(19)
BMU 2010b

(20)
dena 2005

(21)
Lubbadeh & Schultz 2010

Literaturverzeichnis

- Agentur für Erneuerbare Energien (2010): Erneuerbare Energien 2020 – Potenzialatlas Deutschland, Berlin.
- Bosch, S. und Peyke, G. (2010): Raum und Erneuerbare Energien. Anforderungen eines regenerativen Energiesystems an die Standortplanung. In: Standort – Zeitschrift für angewandte Geographie Vol.34/ Nr. 1/ März 2010, 11–19.
- Breheny, M.J. (1992): Sustainable Development and Urban Form, London.
- Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR) (1990): Zehn Jahre Energiekonzepte. Erfahrungen und Perspektiven. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 6/7, Bonn.
- Bundesministerium des Innern (BMI) (2009): Wachstum. Bildung. Zusammenhalt. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, 17. Legislaturperiode.
www.bmi.bund.de/cae/servlet/contentblob/773606/publicationFile/43147/koalitionsvertrag.pdf;jsessionid=872700299E1610101F2AEBCC5B047B38 [Stand 7.9.2010]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.) (2010a): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung, Berlin.
- BMU (Hrsg.) (2010b): Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG sowie der Entscheidung K(2009) 5174 der Kommission vom 30.06.2009. Bundesrepublik Deutschland.
www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nationaler_aktionsplan_ee.pdf [Stand 4.8.2010]
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR, Hrsg.) (2009): Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien. Sonderveröffentlichung.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm.
- Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE, Hrsg.) (2009): Repowering von Windenergieanlagen. Effizienz, Klimaschutz, regionale Wertschöpfung, Berlin.
- Carus, Michael (2009): Stoffliche Nutzung Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland und weltweit. Aktueller Stand – Flächenkonkurrenz – Besonderheiten. Potenziale und Rahmenbedingungen. Vortrag im Rahmen der Internationalen Konferenz „Biomass in Future Landscapes“, Berlin.
- Deutsche Energie-Agentur (dena) (2005): Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020, im Auftrag der Deutschen Energie Agentur (dena).
- EU-Richtlinie 2009/28/EG erschienen im Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 140 vom 5.6.2009. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:DE:PDF> [Stand 8.9.2010]
- Leser, H. (Hrsg.) (1997): DIERCKE-Wörterbuch Allgemeine Geographie, München.
- Lubbadeh, J. und Schultz, S. (2010): „Off-Shore Allianz. Europas Norden treibt die Energiewende voran“. In: SpiegelOnline, 5.1.2010, / www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,670148,00.html [Stand 30.6.2010]
- http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/eeg_2009/gesamt.pdf [Stand 19.5.2010]
- www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Werkzeuge/Raumabgrenzungen/Raumtypen2010/Raumtypen2010.html [Stand 8.9.2010]

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt-
und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Bearbeitung / Ansprechpartner

Annika Koch
annika.koch@bbr.bund.de
Lars Porsche
lars.porsche@bbr.bund.de
Alexander Wacker
alexander.wacker@bbr.bund.de

Redaktion

Friederike Vogel

Satz und Gestaltung

Marion Kickartz

Druck

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Bestellungen

gabriele.bohm@bbr.bund.de
Stichwort: BBSR-Berichte KOMPAKT 13/2010

Die BBSR-Berichte KOMPAKT
erscheinen in unregelmäßiger Folge.
Interessenten erhalten sie kostenlos.

ISSN 1867-0547 (Printversion)
ISBN 978-3-87994-399-9

13 / 2010

BBSR-Berichte KOMPAKT



**Energie(effizienz) – vom Gebäude
zum Quartier**
Informationen zur Raumentwicklung
(IzR), Heft 9/2010, Hrsg.: BBSR,
Preis: 6,00 Euro

Zu beziehen bei:
selbstverlag@bbr.bund.de



**Nutzung städtischer Freiflächen
für erneuerbare Energien**
Sonderveröffentlichung,
Hrsg.: BMVBS/BBSR, 2009
Download: www.bbsr.bund.de
→ Veröffentlichungen des BMVBS



**Modellvorhaben zur energetischen
Stadterneuerung in Städten der
Bundesländer Brandenburg und
Sachsen-Anhalt**
ExWoSt-Informationen, Heft 36/2,
Hrsg.: BMVBS
Download: www.bbsr.bund.de
→ Veröffentlichungen des BMVBS

Bonn Oktober 2010